MATERIJAL
ZA UČENJE 1

VREMENSKA NERAVNOMERNOST PROTOKA
– *teorijske relacije i praktični primeri*

Prof.dr Vladan Tubić,dis

Saobraćajni fakultet, Beograd 2013.

Analizirajući hronološki po jednakim vremenskim jedinicama na preseku (lokalno posmatranje) ili odseku puta (na "n" preseka duž odseka) u stvarnim uslovima, protok vozila je promenljiva veličina uslovljena brojnim faktorima, koji su takođe po svom karakteru promenljivi.

Karakteristika vremenske neravnomernosti saobraćajnih tokova predstavlja u znatnoj meri i posledicu prirode nastajanja potreba za prostornim premeštanjem ljudi i dobara u procesu društvenih i privrednih aktivnosti na uticajnom području posmatranog puta - mreže. Neravnomernost protoka vozila na nekom delu mreže može biti izazvana i nekim poremećajima na mreži kao što su, na primer, uska grla, incidentne situacije, vremenske i klimatske neprilike i sl., što znači da pojedini faktori koji utiču na neravnomernost protoka imaju karakter slučajnih promenljivih.

Karakteristika vremenske neravnomemosti saobraćajnog toka ima izuzetan značaj pri definisanju projektnih elemenata i donošenjuniza odluka u upravljenju razvojem i eksploatacijom putne mreže. Značaj ove karakteristike saobraćajnog toka je dominantno naglašen i za mere koje se preduzimaju u regulisanju i upravljanju saobraćajem na posmatranoj mreži. Ovo posebno u uslovima višeg nivoa razvijenosti motorizacije i putnog saobraćaja. To je realno očekivati u budućnosti kada će se znatno više nego danas (aktuelni trenutak opterećen ekonomskom krizom i recesijom, ali i niskom bazom prosečnog PGDS-a), kroz mere upravljanja saobraćajem iznalaziti rezerve kapaciteta u mreži, umesto građenja novih saobraćajnica, doprinose umanjivanju obradivih površina, narušavaju ekološku ravnotežu i dr. Posebno treba naglasiti i tzv «korisnički aspekt» gde vozačima nije dovoljno «da imaju put» već i niz dodatnih informacija o saobraćaju i putu.

Zbog velikog značaja neravnomernosti protoka vozila još od ranih faza razvoja motorizacije, napori stručnjaka bili su usmereni ka što boljem upoznavanju sa zakonitostima vremenske neravnomernosti protoka vozila.

Na današnjem nivou razvijenosti teorije saobraćajnog toka definisane su opšte zakonitosti vremenske neravnomernosti protoka vozila. Saznanja tih zakonitosti su iskorišćena u definisanju odgovarajućih kriterijuma koji se praktično koriste u planiranju, projektovanju kao i u eksploataciji mreže. Sva dosadašnja teorijska uopštavanja zakonitosti vremenske neravnomernosti protoka vozila vršena su polazeći od dva stanovišta, i to:

- Da se zakonitosti vremenske neravnomernosti protoka vozila iskažu po određenim vremenskim jedinicama i periodima preko kojih se te zaknitosti indirektno mogu dovoditi u vezu sa uzročnicima, tj. sa cikličnostima u nastajanju zahteva za prevozom ljudi i dobara.

- Da se iznađu odgovarajući matematički modeli koji opisuju ove zakonitosti.

Osnovni parametri saobraćajnog toka su : protok, brzina i gustina, kao i niz ostalih koji su izvedeni. Podaci za ove parametre se dobijaju direktnim posmatranjem na terenu uz pomoć savremenih detektora ili manuelno. Najčešće se vrše istraživanja:

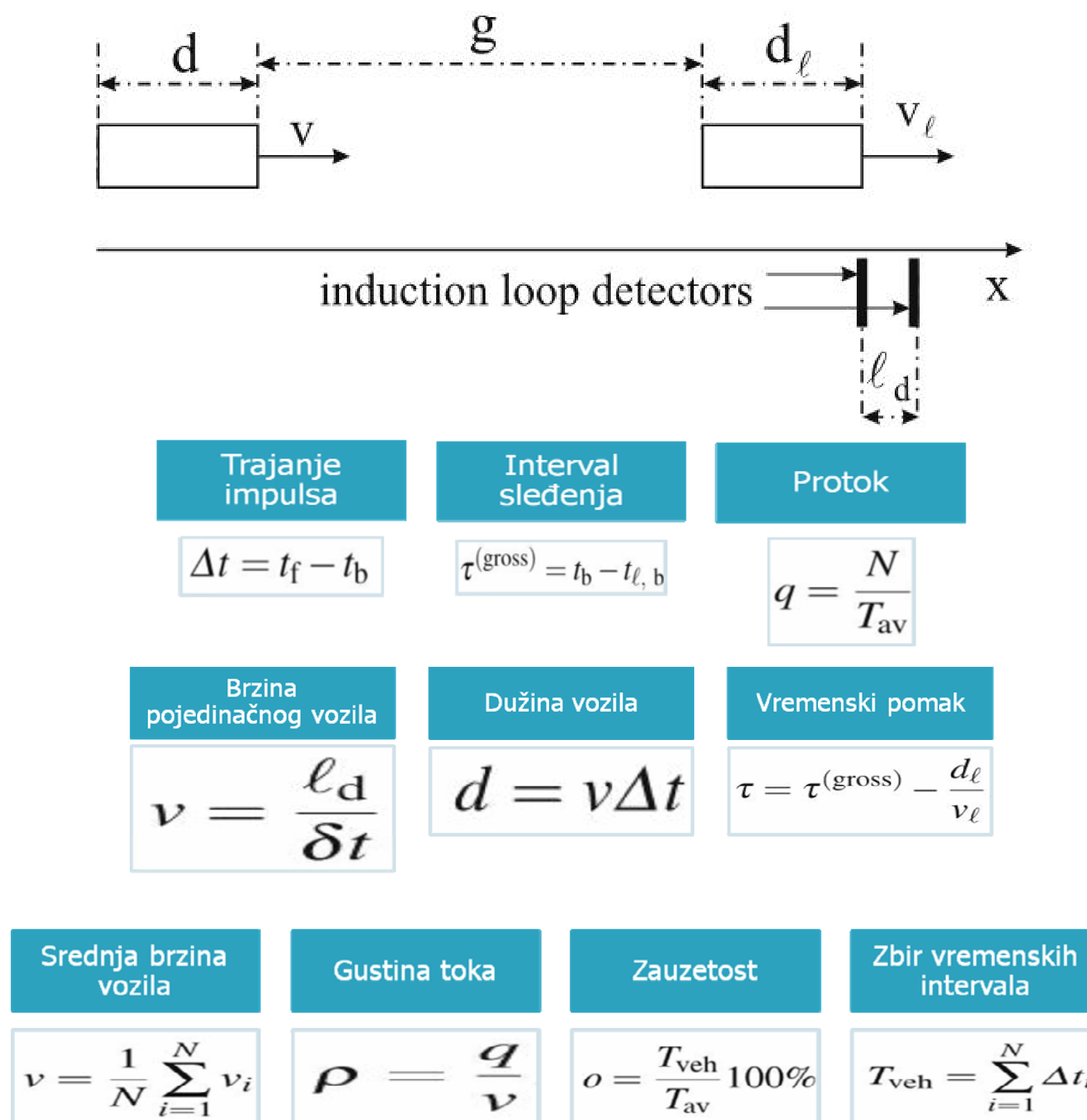
- ***Protoka*** – brojanje saobraćaja, jer kao osnovni parametar kvantifikuje saobraćajnu potražnju.
- ***Brzine*** – vozila na preseku pod uslovom neforsiranog toka (da ne postoji zagušenje) iz čega se može dobiti informacija o željenim brzinama vozača
- ***Gustine*** – koja se retko sprovode direktnim osmatranjem na terenu, jer su potrebne lokacije posmatranja koje su na definisanoj visini. Obzirom da se za posmatrani saobraćajni tok, merenjem brzine i protoka jednostavno izračunava odgovarajuća gustina, u mnogim saobraćajnim istraživanjima se ovaj podatak dobija posredno preko ostalih poznatih parametara.

Za potrebe prakse od posebnog su značaja karakteristike vremenske neravnomernosti protoka vozila, koje su u određenoj meri povezane sa cikličnostima u nastojanju zahteva za prevozom ljudi i dobara.

Zakonitosti vremenske neravnomernosti protoka vozila sa ovog gledišta iskazuju se kroz:
(1) **Časovnu** neravnomernost u periodu jednog dana (24 časa),
(2) **Časovnu** neravnomernost u periodu cele godine (8760 sati),
(3) **Dnevnu** neravnomernost u periodu sedmice (7 dana)
(4) **Dnevnu** neravnomemost u periodu meseca (30 dana),
(5) **Dnevnu** neravnomernost u periodu cele godine (365 dana),
(6) **Mesečnu** neravnomemost u periodu cele godine (12 meseci)
(7) Neravnomernost protoka po **manjim vremenskim jedinicama** od jednog časa u okviru vršnog časa (15-to, 12-to i 5-to minutni intervali).

Savremeni detektorski senzori imaju mogućnost kvantifikovanja niza parametara saobraćajnog toka (osim protoka i brzinu, intervale sledjenja, gustinu, zauzetost i sl.) što je značajno proširilo lepezu mogućih podataka kojima sa kvantitativnog i kvalitativnog aspekta opsuje saobraćajni tok. Od samog početka izučavanja osnovnih parametara saobraćajnog toka, odnosno zakonitosti protoka, detektori su bili i ostali nezamenljivo sredstvo koje je permanentno doprinoslilo razvoju teorije. Suštinski analitičke relacije koje opisuju zakonitost su ostale iste, ali je sa obiljem informacija tačnost, pouzdanost i ažurnost podataka postala dominantan cilj. Osnovni postulat je da se kontunualnim brojanjem dobija realna – stvarna slika i pouzdan podatak. Samim tim uloga poznavanja i izučavanja zakonitosti toka nije postala manje značajna. Za sve ostale sisteme kontrolnih i povremenih brojanja uočene i definisane zakonitosti kontinualnih brojanja su **nezamenljiv alat** u metodologiji brojanja saobraćaja, a naročito za definisanje baznog pokazatelja – PGDS-a.

Na sl. 1 ilustrativno je prikazan set podataka koji se mogu dobiti sa jednog savremenog detektora (indukciona petlja).



Slika 1. Parametri saobraćajnog toka sa savremenog senzora

- <u>**Časovna neravnomemost protoka vozila u periodu jednog dana**</u>

Časovna neravnomernost protoka vozila u periodu jednog dana predstavlja variranje pro-toka po pojedinim časovima u periodu celog dana, tj. u periodu 24 časa. Ova neravnomemost se iskazuje odnosom između protoka u pojedinim časovima i srednjeg časovnog protoka u periodu celog dana.

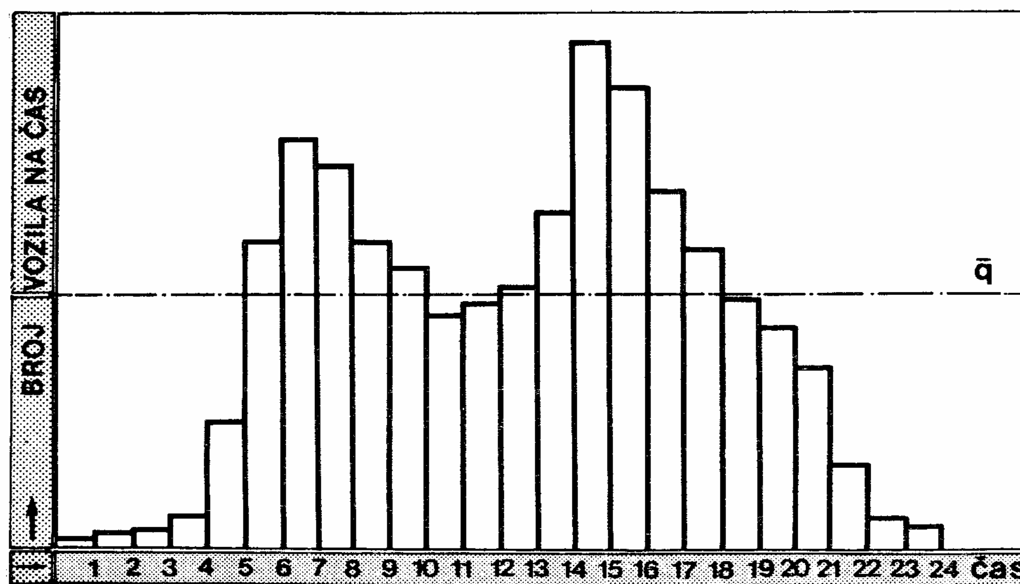
Faktor časovne neravnomernosti protoka vozila u periodu dana

$F_{1_i} = \frac{q_i}{q_1}$; F_{1i} >=< 1, i = 1,2,3 24

pošto je : tada je:

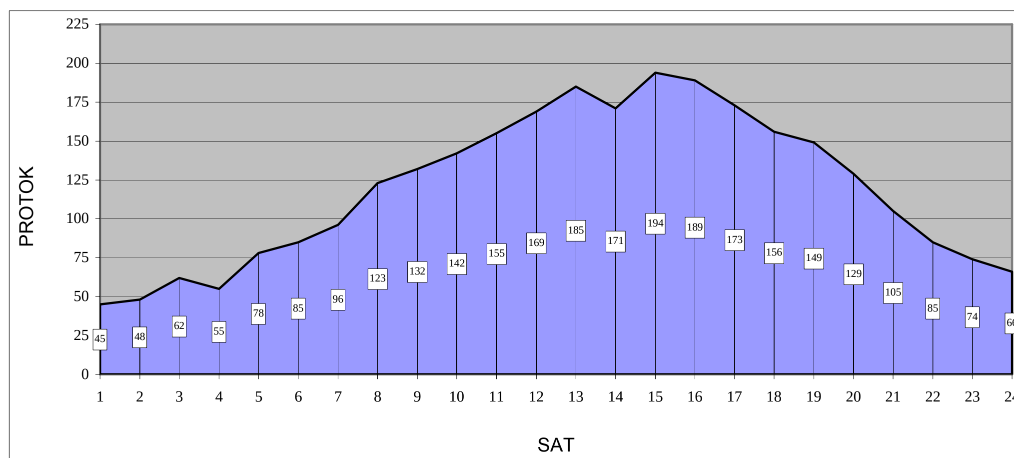
$$\bar{q}_1 = \frac{\sum_{i=1}^{24} q_i}{24}; \qquad F_{1_i} = \frac{24 \cdot q_i}{\sum_{i=1}^{24} q_i}$$

Tipična slika raspodele časovnih protoka vozila u periodu dana data je na sl. 2., a na slici 3 data je atipična slika 1. januara sa magistralnog puta M-5.



Slika 2. Raspodela časovnih protoka u periodu dana- tipična slika

Za praktične odluke značajne su maksimalne i minimalne vrednosti faktora (F_{1i}) i brojna zastupljenost časova sa ovim vrednostima faktora. Zato se po ovoj karakteristici u principu razlikuju tokovi obzirom na vreme posmatranja (radni dan, dan vikenda, zimski dan, letnji dan i sl.) i obzirom na prostor, tj. obzirom na funkciju puta kome pripada posmatrana deonica (vangradski put, prigradski put, gradska saobraćajnica i sl.).



Slika 3. Raspodela časovnih protoka u periodu dana – atipična slika 1. januara na putu M-5

- **Časovna neravnomemost protoka vozila u periodu cele godine**

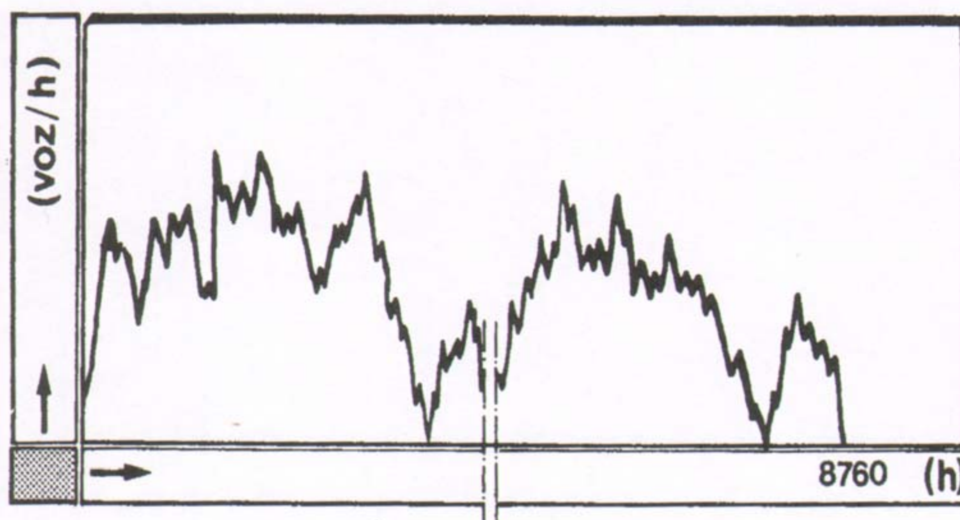
Časovna neravnomernost protoka u periodu cele godine predstavlja variranje protoka vozila po pojedinim časovima u periodu cele godine, tj. u periodu 8760 časova.

Uočavanje zakonitosti variranje časovnih protoka u periodu cele godine, tj. u periodu svih 8760 časova predstavljalo je osnovu kod uspostavljanja prvih kriterijuma pri definisanju merodavnog časovnog protoka vozila za dimenzionisanje poprečnih profila saobraćajnica.

Početna saznanja o zakonitostima variranja časovnih protoka u periodu svih 8760 sati u godini, na osnovu koih je iniciran kriterijum 30-časa kao merodavni protok ostvarene su u SAD u periodu između 1941. i 1945. godine. Potpunija saznanja o zakonitosti variranja časovnih protoka u periodu svih 8760 sati u godini praktično su ostvarena 1950. godine u SAD.

Ova saznanja su nastala nakon uvođenja automatskih brojača saobraćaja na putnoj mreži pomoću kojih je izvršeno i neprekidno brojanje saobraćaja u svih 8760 sati na putnoj mreži.

Časovni protoci na određenoj deonici u periodu godine po hronološkom redosledu časova mogu se grafički prikazati kao na slici 4.



Slika 4. Časovni protoci u periodu godine po hronološkom redosledu časova

Karakteristika vremenske neravnomernosti časovnih protoka vozila u periodu 8760 sati u godini iskazuje se dijagramom svrstanih po veličini časovnih protoka vozila u svih 8760 sati na deonici saobraćajnice. Praktični rezultati prvih brojanja saobraćaja u svim časovima u periodu godine pokazali su da dijgrami časovnih protoka vozila svrstanih po veličini na svim saobraćajnicama imaju u osnovi isti oblik, koji je dat na slici 5.

Nakon prvih brojanja časovnih protoka u periodu cele godine automatskim brojačima saobraćaja (AB) konstatovano je da pored istog opšteg oblika dijagrama, svrstanih po veličini časovnih protoka vozila u svih 8760 sati, za sve puteve približno istog karaktera i značaja u saobraćajnoj mreži, postoji značajna bliskost još i u sledećem:

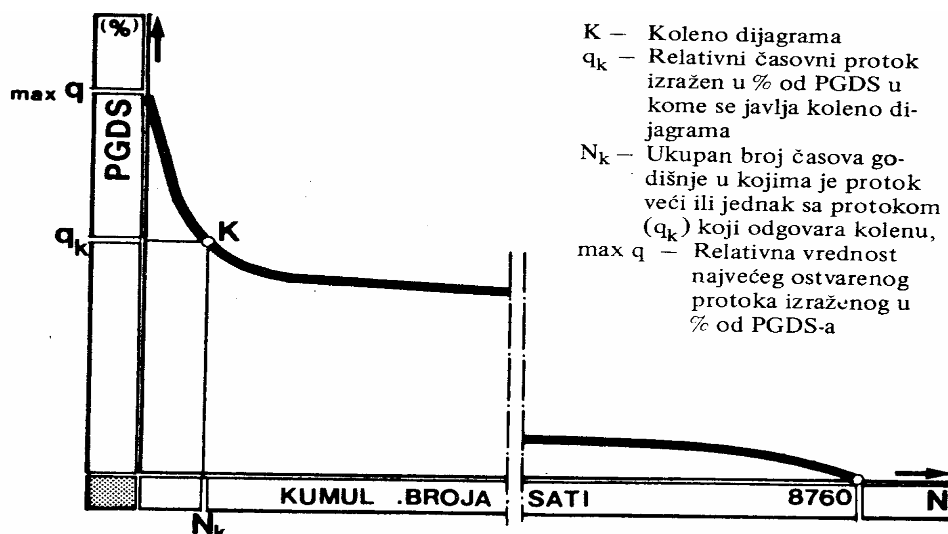
- u položaju kolena dijagrama (simbol - **K**),
- u relativnoj veličini časovnog protoka u kolenu, izraženoj u % od PGDS-a (simbol - $\mathbf{q}_k$) i
- u ukupnom broju časova godišnje u kojima je protok veći ili jednak sa protokom (q_k), koji odgovara kolenu dijagrama (simbol - $\mathbf{N}_k$).

Posebno značajno iz prvih saznanja bilo je da se položaj kolena u dijagramu, svrstanih časovnih protoka vozila u svih 8760 sati, nalazi u približno istim koordinatama koje okvirno iznose:

$$N_k = 30 \text{ i } q_k = 14\text{-}16 \text{ \% PGDS}$$

Ova saznanja, koja datiraju od 1941. god. u nedostatku adekvatnijih merila, poslužila su za obrazloženje pivog kriterijuma o merodavnom časovnom protoku vozila za dimenzionisanje poprečnog profila saobraćajnica, poznatog pod nazivom kriterijum **"30-og časa",** koji je kvantitativno iznosio:[1]

$$\mathbf{q_{30} = (0,14 – 0,16)\ PGDS}$$

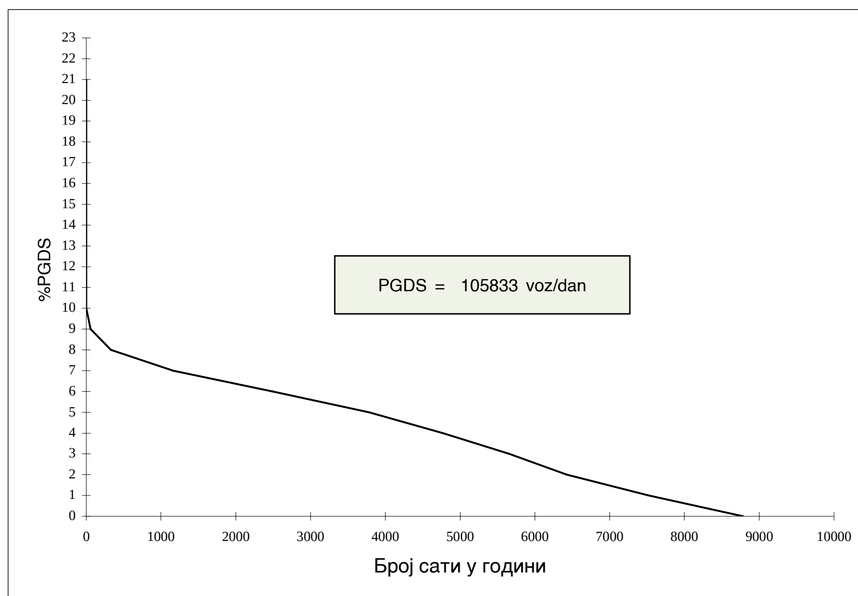


Slika 5. Opšti oblik dijagrama časovnih neravnomernosti

---

[1] *PEABODY I NORMAN su još 1941. godine nakon početnih saznanja o zakonitosti časovne neravnomernosti predložili kriterijum za merodavni protok u okolini od 30-og do 50-og časa. Godine 1945. HASHO je usvojio da se nacionalni sistem međudržavnih puteva dimenzioniše prema veličini protoka koji odgovaia 30-om času u 20-toj godini eksploatacije puta.*

Na slici 6 dat je opšti oblik dijagrama – most Gazela, Beograd



Slika 6. Opšti oblik dijagrama – ABS271 most Gazelai

Kriterijum "30-og časa" se održao dugi niz godina, kao merodavni časovni protok, a u dosta zemalja i danas egzistira. Teorijski posmatrano još od prvih dana uspostavljanja ovog kriterijuma bilo je nesporno da on ima značenje samo orijentacione mere, a nikako značenje apsolutne istine koja proističe iz suštine značenja merodavnog protoka za planiranje, projektovanje i vrednovanje puteva. Treba istaći da je posle 1950. godine u većem broju zemalja, a pre svega u Americi, dosta eminentnih institucija i stručnjaka tvrdilo da dimenzionisanje kapaciteta puta prema 30-om času dovodi do optimalnog odnosa između efekata u ekploataciji i troškova uloženih u put.[2]

Posmatranjem oblika dijagrama svrstanih časovnih protoka vozila u periodu svih 8760 sati godišnje u dužem nizu godina, sa porastom motorizacije i drumskog saobraćaja, uočene su određene zakonitosti u promeni oblika dijagrama. Promene se uočavaju, pre svega u pomeranju relativnog položaja kolena u dijagramu svrstanih časovnih protoka.

Naime, sa porastom apsolutnih vrednosti protoka vozila (časovno, dnevno, mesečno, godišnje) na dijagramu svih časovnih protoka svrstanih po veličini u 8760 sati uočavaju se sledeće promene:

- u povećanju ukupnog broja časova godišnje ukojimaje protok veći ili jednak sa protokom u tački kolona q_k. Naime, N_k uzima znatno veće vrednosti od 30.

[2] *Ovo je bio stav američkog komiteta za kapacitet puteva, Odbora za saobraćajna istraživanja, zatim MATSON-a, SMITH-a i HURD-a. Na ovu zabludu podsećaju J.D.Crabtreei J.A. Deaconu svom radu "Highway sizing" u TRB 869 od 1983. god.*

- u relativnom smanjenju časovnog protoka % koji odgovara kolenu dijagrama izraženog u % od PGDS-a. Naime, relativna vrednost protoka q_k u odnosu na prosečni dnevni saobraćaj postaje sve manja, tj. $q_k < 0{,}14$ PGDS.
- u relativnom smanjenju najvećih časovnih protoka izraženih kao max q u % od PGDS-a.

Sa uočavanjem tendencija u menjanju položaja kolena na dijagramu svrstanih časovnih protoka menjali su se i globalni kriterijumi o merodavnom časovonom protoku. Tako su, nakon kriterijuma "30-og časa" uspostavljeni i kriterijumi: "50-og časa", "80-og časa", "100-og časa", "150-og časa"i "200-og časa".

Ovaj zadnji, tzv. Merodavni protok 200-og časa i danas ima primenu u mnogim razvijenim zemljama. Rezultati analiza časovnih protoka ukazuju da treba dodatano i detaljno istražiti opravdanost uvodjenja ovog kriterijuma.

Vremenska neravnomernost časovnih protoka vozila u periodu svih 8760 sati u godini, zavisna je pored ukupnog protoka vozila u godini ili prosečnog dnevnog protoka još i od funkcije posmatrane saobraćajne deonice u mreži saobraćajnica (vangradska mreža, prigradska mreža, gradska mreža, magistralni vangradski put, lokalni vangredski put, turistički vangradski put i sl.). Svaka od kategorija mreže (vangradske, prigradske, gradske i dr.) pri određenoj veličini ukupnog godišnjeg ili prosečnog dnevnog saobraćaja, ima svoj karakterističan dijagram svrstanih časovnih protoka vozila.Znači, sa poznavanjem opštih zakonitosti časovne neravnomernosti protoka vozila u periodu svih 8760 časova u godini moguće je donositi racionalnije odluke u planiranju i projektovanju saobraćajnica, a pre svega po pitanjima dimenzionisanja poprečnih proflla i primeni savremenih softvera u procedurama vrednovanja kao što je HDM 4 .

Najzad, značajno je istaći da su na današnjem nivou znanja iz teorije saobraćajnog toka i ekonomike saobraćaja, razvijeni novi postupci za utvrđivanje realnih vrednosti merodavnog protoka vozila.

Faktor časovne neravnomernosti protoka vozila u periodu cele godine je :

$$F_{2_i} = \frac{q_i}{\overline{q}_2};$$

$$\overline{q}_2 = \frac{\sum_{i=1}^{8760} q_i}{8760};$$

Na osnovu poznavanja svih časovnih protoka u toku godine relacije za utvrdjivanje PGDS-a su :

$$PGDS = 24 \cdot \overline{q}_2$$

$$PGDS = \frac{24 \cdot \sum_{i=1}^{8760} q_i}{8760}$$

- **Dnevna neravnomemost protoka vozila u periodu sedam dana**

Dnevna neravnomernost protoka u periodu sedam dana predstavlja variranje protoka vozila po pojedinim danima u periodu 7 dana. Ova neravnomemost se iskazuje odnosom između protoka vozila u pojedinim danima (DSI) i srednjeg – prosečnog dnevnog protoka u toku sedmice – PDS_7 (voz/dan).

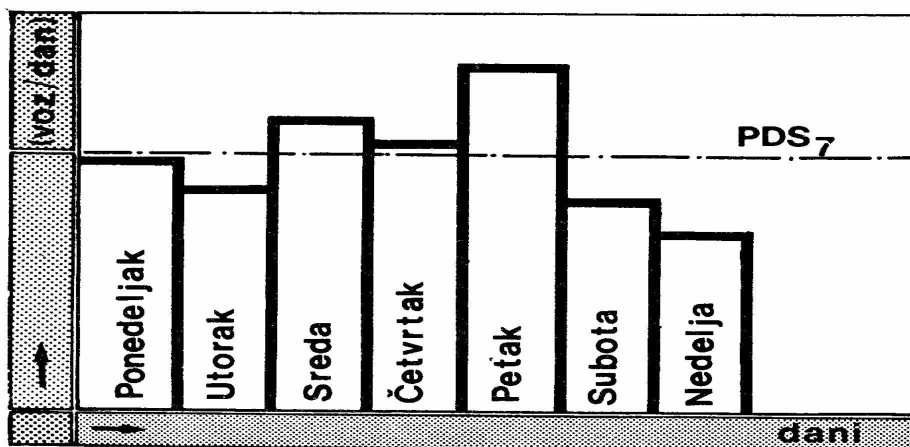
Faktor dnevne neravnomernosti protoka vozila u periodu sedam dana je :

$$F_{3_i} = \frac{DS_i}{PDS_7};$$ F_{3i} >=< 1, i = 1,2,3,4,5,6 i 7

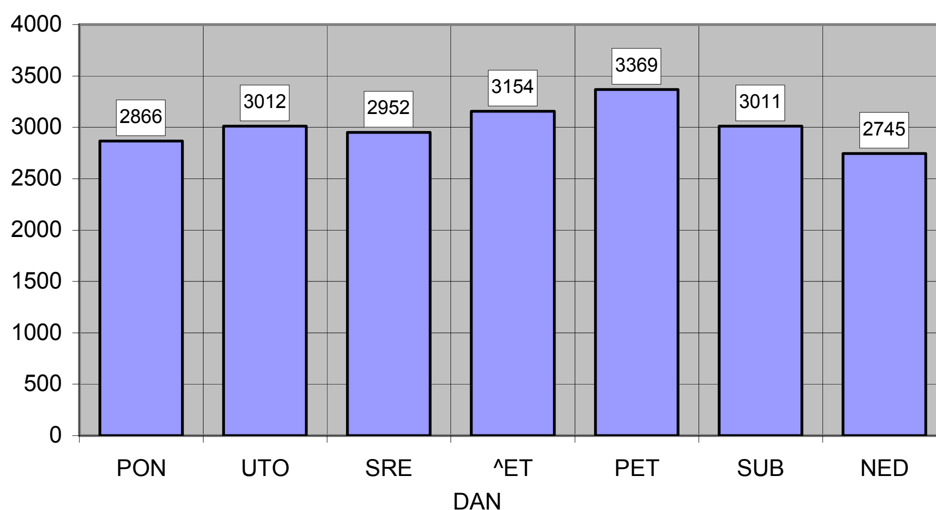
pošto je $$PDS_7 = \frac{\sum_{i=1}^{7} DS_i}{7}$$

tada je $$F_{3_i} = \frac{7 \cdot DS_i}{\sum_{i=1}^{7} DS_i}$$

Tipična slika dnevne neravnomernosti u periodu od 7 dana data je na slici 7.



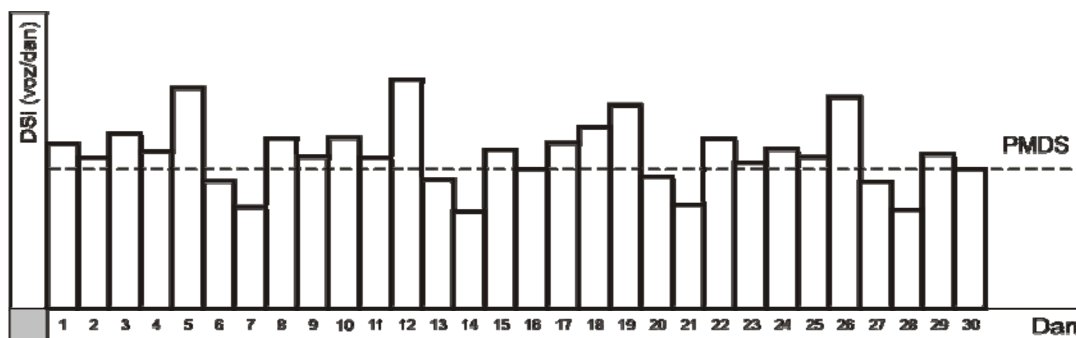
Slika 7. Tipična slika dnevne neravnomernosti protoka u periodu 7 dana



Slika 8. Neravnomernosti protoka u periodu 7 dana na putu M-5

- **<u>Dnevna neravnomemost protoka u periodu jednog meseca</u>**

Dnevna neravnomernost protoka vozila u periodu jednog meseca predstavlja variranje protoka vozila po pojedinim danima u periodu posmatranog meseca. Ona se iskazuje odnosom između protoka vozila u pojedinim danima (DS_i) i srednjeg dnevnog protoka u periodu posmatranog meseca (PDS_{30} ili PMDS).



Slika 9. Tipična slika dnevne neravnomernosti protoka u periodu 30 dana

Faktor dnevne neravnomernosti protoka vozila u periodu jednog meseca je

$$F_{4_i} = \frac{DS_i}{PMDS};$$ F_{4i} >=< 1, i = 1,2,3,................30.

Pošto je

$$PMDS_i = \frac{\sum_{i=1}^{n} DS_i}{n}, \text{ n = 30, 31 ili 28 a ponekad 29,}$$

$$F_{4_i} = \frac{n \cdot DS_i}{\sum_{i=1}^{n} DS_i}$$

Prema karakteristici dnevne neravnomernosti protoka vozila u periodu jednog meseca moguće je prepoznavati pojedine mesece kao npr. letnje u odnosu na zimske. Takođe je u određenoj mreži, preko ove karakteristike neravnomemosti protoka, moguće prepoznati i mesece sa prosečnim protocima (bliskim PGDS-u) kao i karakter tokova na posmatranom putu.

- **Dnevna neravnomernost protoka vozila u periodu jedne godine**

Dnevna neravnomernost protoka vozila u periodu jedne godine predstavlja variranje veličine saobraćajanog toka po pojedinim danima u periodu godine. Iskazuje se odnosom između protoka vozila u pojedinim danima (DS_i) i prosečnog godišnjeg dnevnog saobraćaja PGDS-a

Faktor dnevne neravnomernosti protoka vozila u periodu jedne godine je :

$$F_{5_i} = \frac{DS_i}{PGDS},$$ F_{5i} >=< 1, i = 1,2,3,................365,

pošto je :

$$PGDS = \frac{\sum_{i=1}^{N} DS_i}{N}, \text{ N = 365,}$$

tada je

$$F_{5_i} = \frac{N \cdot DS_i}{\sum_{i=1}^{N} DS_i}$$

- **<u>Mesečna neravnomemost protoka vozila u periodu godine</u>**

Mesečna neravnomemost protoka vozila u periodu godine predstavlja variranje prosečnog dnevnog saobraćaja po mesecima u periodu godine, tj. u periodu od 12 meseci. Ona se iskazuje odnosom između prosečnog dnevnog saobraćajnog toka po mesecima ($PMDS_i$) i prosečnog godišnjeg dnevnog saobraćaja (PGDS).

Karakteristika mesečne vremenske neravnomernosti protoka vozila je najmarkantniji indikator za prepoznavanje karaktera saobraćajnih tokova i funkcije posmatrane saobraćajnice u mreži.

Faktor mesečne neravnomernosti protoka vozila u periodu godine je :

$$F_{6_i} = \frac{PMDS_i}{PGDS};$$

F_{6i} >=< 1, i = 1,2,3,...............12

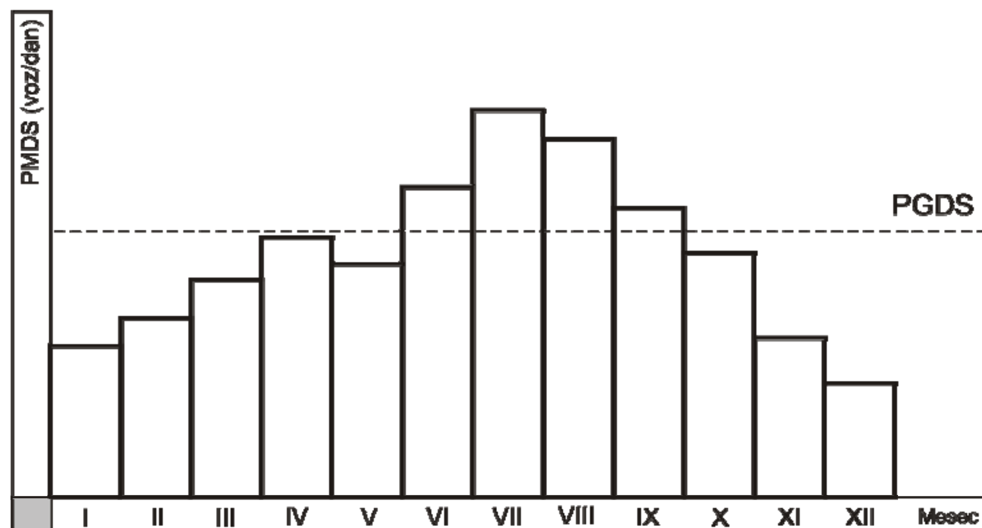
pošto je :

$$PGDS = \frac{\sum_{i=1}^{12} PDS_i}{12}$$

tada je :

$$F_{6_i} = \frac{12 \cdot PDS_i}{\sum_{i=1}^{12} PDS_i}$$

Tipična slika ove neravnomernosti protoka na vangradskim magistralnim putevima data je na slici 10.



Slika 10. Tipična slika mesečne neravnomernosti protoka na vangradskim putevima

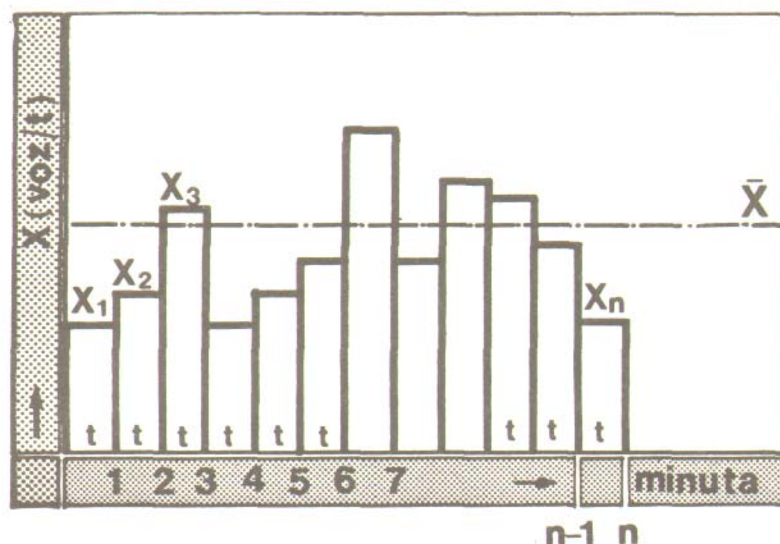
Ako podatke o mesečnim neravnomernostima protoka grupišemo u okviru sezone (zimske ili letnje) može se definisati i faktor sezonske neravnomernosti (grupa meseci) u periodu godine :

$$F_{7_i} = \frac{PDS_{SEZ\,i}}{PGDS};$$

- **<u>Neravnomemost protoka po manjim vremenskim jedinicama od 1 časa</u>**

U stvaranju modela neophodnih za praktičnu primenu u planiranju, projektovanju i upravljanju saobraćajem, nametnula se potreba za poznavanjem karakteristika neravnomernosti protoka po manjim vremenskim jedinicama od jednog časa i to pre svega u okviru vršnog časa.

Neravnomernost protoka x (voz/t) po vremenskim jedinicama t, koje su manje od jednog časa u periodu (vršnog) časa, izražava se kroz sledeći koeficijenat:



Slika 11. Neravnomernost protoka po manjim intervalima od 1h

$f_{(h)_i} = \frac{x_i}{\overline{x}}$, s obzirom da je $\overline{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$

dobija se:

$$f_{(h)_i} = \frac{n \cdot x_i}{\sum_{i=1}^{n} x_i}$$

gde je :

$f_{(h)_i}$ - koeficijent neravnomernosti protoka po vremenskim jedinicama t < 60 min. u perodu (vršnog) časa

$x_i\left(\frac{voz}{t}\right)$ - protoci vozila po pojedinim vremenskim jedinicama t u periodu (vršnog) časa

$\overline{x}\left(\frac{voz}{t}\right)$ - srednja vrednost protoka po jedinici t u periodu (vršnog) časa

$t(\min) = \frac{60\min}{n}$ - n broj vremenskih jedinica t u vršnom času, $n = \frac{60}{t}$

Sa gledišta praktičnog iskazivanja uticaja ove karakteristike neravnomernosti protoka na opisivanje uslova u saobraćajnom toku, posebnu ulogu ima takozvani faktor vršnog časovnog saobraćaja.

Faktor vršnog časovnog saobraćaja izražava se kao odnos protoka u vršnom času Σ Xi (voz/h) i ekspandiranog vršnog t = minutnog protoka x_{max} (voz/t) na ceo čas n.x_{max} (voz/h). Najveća vrednost ovog faktora može biti jednaka jedinici.

Ovaj faktor je uveden zbog toga što je osnovna vremenska jedinica za merenje protoka i kapaciteta, koja iznosi jedan čas, dosta gruba u smislu potpunog reprezentovanja karakteristika toka. Naime, tok se menja iz minuta u minut po veličini, gustini, brzini i sastavu, tako da posmatranje toka preko vremenske jedinice od jednog časa zapostavlja to stalno pulsiranje karakteristika saobraćajnog toka u vremenu.

Za potrebe analize uslova u saobraćajnom toku pri višim nivoima usluge, odnosno pri relativno malim protocima u odnosu na kapacitet puta iskazivanje takvih protoka u periodu od 1 časa je dosta gruba mera, pa je za definisanje nivoa usluge neophodno poznavati kako je tako mali protok vozila raspoređen po kraćim vremenskim intervalima t u periodu jednog časa n.t= 1 čas. Radi toga je u praktičnom uključivanju ove karakteristike saobraćajnih tokova za potrebe analize kapaciteta i nivou usluge, pre svega kod autoputeva i singalisanih raskrsnica u nivou, upotrebljen faktor vršnog časovnog saobraćaja.

Na primer, u američkom priručniku za kapacitet puteva (HCM-u) pri analizi kapaciteta i nivoa usluge za autoputeve faktor vršnog časovnog saobraćaja se izražava kao odnos protoka u vršnom času i 12-to strukog vršnog 5-to minutnog protoka koji je zabeležen u vršnom času:

$$FVS_{(5')} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n \cdot x_{max}} = \frac{\sum_{i=1}^{12} x_i}{12 \cdot x_{max}}$$

U citiranom priručniku, takođe se, pri analizi kapaciteta i nivoa usluge za signalisane ras-krsnice u nivou, faktor vršnog saobraćaja izražava kao odnos protoka u vršnom času i 4-voro strukog 15-to minutnog protoka koji je zabeležen u vršnom času:

$$FVS_{(15')} = \frac{\sum_{i=1}^{m} x_i}{m \cdot x_{max}} = \frac{\sum_{i=1}^{4} x_i}{4 \cdot x_{max}}$$

ISTRAŽIVANJE PROTOKA - PRAKTIČNI PRIMERI

Protok se definiše kao broj vozila koja prelaze presek puta ili trake tokom definisanog perioda vremena.

Protok je parametar koji se najčešće koristi za kvantifikovanje zahteva, ali je potrebno razumeti razliku i međuzavisnost između ovih pojmova. Saobraćajni zahtev predstavlja broj vozila koja žele da pređu određenu deonicu puta tokom određenog perioda vremena ili će to želeti u budućnosti, dok saobraćajni protok predstavlja broj vozila koja zaista prelaze deonicu puta u sadašnjem periodu vremena. Posmatranjem sadašnjeg stanja ne dobija se direktno odgovor o mogućim pojavama u budućnosti, niti se ukazuje na ograničenja u postojećem putnom sistemu koja bi sprečila vozila da željenom deonicom ostvare cilj putovanja. Neke od pojava koje utiču da postojeći protoci ne oslikavaju tačno postojeći zahtev, a koje svakako treba analizirati I uvažiti u procesu obrade podataka sa terena :

Uticaj uskih grla: koja predstavljaju putne deonice kod kojih veličina toka nadolazećih vozila prevazilazi kapacitet deonice, što dovodi do stvaranja redova iza uskog grla i pojave forsiranog toka. Protok koji se posmatra posle uskog grla ne oslikava stvarni zahtev, jer je deo toka sprečen da dostigne željeni cilj putovanja.

Alternativne putanje: koje postoje u svakom putnom sistemu i koje vozači biraju kada se na uobičajenoj putanji pojavi zagušenje. U tom slučaju protok na glavnoj putanji nije pokazatelj pravog zahteva, jer je deo toka preusmeren na druge deonice.

Pojava prikrivenog zahteva: u zonama gde je izraženo zagušenje, jer deo vozačke populacije odlučuje: da odustane od putovanja ili da odabirom druge destinacije ili vida prevoza postigne istu svrhu putovanja. Tako usled zagušenja postojeći protok ne prikazuje onaj deo zahteva koji je odbijen.

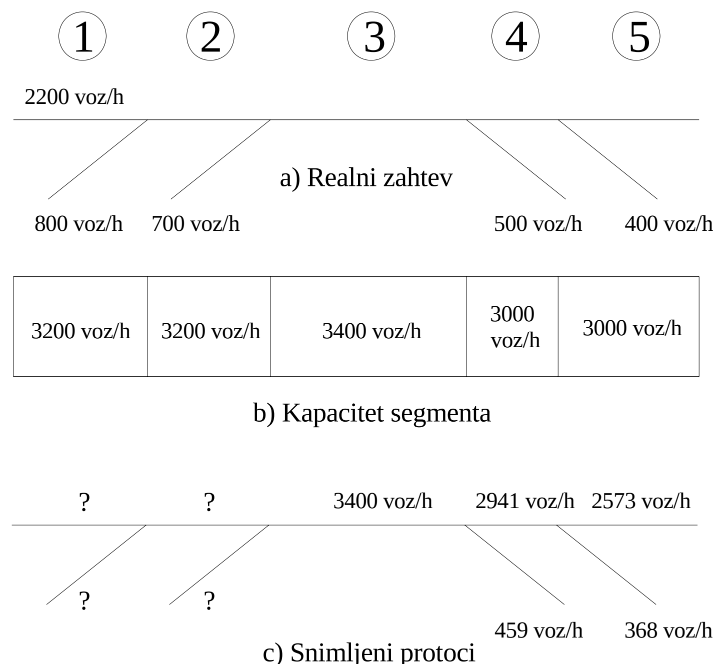
Uprkos mogućoj razlici, najčešće je slučaj da, kada ne postoje zagušenja, saobraćajni protoci tačno odslikavaju saobraćajne zahteve.

PRIMER 1. - Saobraćajni zahtev pri zagušenju

Primer pokazuje uticaj uskog grla na veličinu protoka na odseku autoputa. Prvi deo slike 12 prikazuje saobraćajne zahteve, odnosno protoke koji bi postojali na svakom segmentu da nije kapacitivnih ograničenja. Drugi deo prikazuje kapacitet svakog segmenta, a treći posmatrane protoke kao posledicu zahteva i ograničenja.

Jasno je da segment može da propusti protok ne veći od kapaciteta, a ako je zahtev veći – stvara se usko grlo i formira red vozila i to brzinom koja je jednaka razlici između zahteva i kapaciteta onoliko dugo koliko i traju nepovoljni uslovi u toku. Protoci ispred uskog grla će biti jednaki zahtevu sve dok se red ne proširi unazad do mesta na kom se meri protok i tada počnu i tu da vladaju uslovi

forsiranog toka kao posledica udaljenog uskog grla. Uz pretpostavku da su na autoputu sva vozila koja imaju zahtev za putovanjem i da ne postoji alternativna putanja kojom bi se obišlo usko grlo, protoci će na segmentima iza uskog grla biti proporcionalno manji od pravog zahteva u istoj srazmeri kao što je to na kritičnom segmentu. Dakle usko grlo ima uticaj na veličinu protoka kako ispred tako i iza u toku.



Slika 12 Efekat uskog grla na posmatrane protoke

Zagušenje na mreži izrazito menja strukturu zahteva, tako da snimljeni protoci više odslikavaju ograničenja kapaciteta nego prave zahteve. Samo pod pretpostavkom izolovanog uskog grla i bez pojave preusmeravanja dela toka, moguće je koristiti određene metode za dobijanje zahteva na osnovu snimljenih protoka kada postoji ograničenje.

U principu zone uticaja ulivno – izlivnih rampi na AP, pogotovo u blizini gradskih aglomeracija su **nepodobne za lociranje brojača saobraćaja** jer je u vršnim satima povećana verovatnoća pojave «uskih grla» i zagušenja,

Saobraćajni protok se može opisivati na više načina, ali je uobičajeno da obuhvata vremenski interval u okviru kog se iskazuje i komponente saobraćajnog toka. Za svrhe planiranja i upravljanja vangradskom mrežom najviše korišćeni pokazatelj je prosečni godišnji dnevni saobraćaj - PGDS, pa će se u sledećim primerima dati opšti algoritam proračuna ovog pokazatelja na osnovu **faktora neravnomernosti** iz sistema kontinualnog brojanja i **realizovanih** povremenih jednodnevnih ili sedmičnih brojanja.

PRIMER 2 - Proračun PGDS–a na osnovu dnevnih, sedmičnih i mesečnih varijacija protoka

Ako je brojanje vršeno automatskim brojačima saobraćaja tada je potrebno sortirati podatke tako da se dobije :
- dnevni protok za svaki od dana u nedelji **DS_i**,
- prosečan sedmični dnevni protok **PDS_{7i}**.
- prosečan mesečni dnevni saobraćaj **$PMDS_i$**

Iz ove analize automatski se dobijaju i faktori – zakonitosti vremenske neravnomernosti i to :
- dnevnih neravnomernosti u toku sedmice (tabela 1),
- sedmičnih neravnomernosti u toku meseca (tabela.2), i
- mesečnih neravnomernosti u toku godine (tabela.3).

Tabela 1: Rezultati analize dnevnih faktora u III sedmici Aprila

Dani u nedelji	Prosečan dnevni protok DSi (voz/dan)	Dnevni faktor
Ponedeljak	9267	1.03
Utorak	8691	0.96
Sreda	8233	0.91
Četvrtak	8759	**0.97**
Petak	9162	1.01
Subota	9548	1.06
Nedelja	9620	1.06
Ukupno	**63280**	
PDS_7	**9040**	
PGDS	**9135**	

Tabela.2: Rezultati analize sedmičnih faktora u okviru meseca Aprila

Dani u nedelji	Prosečan sedmični dnevni protok PDS_{7i}	Sedmični faktor
I sedmica	7234	0.82
II sedmica	8376	0.95
III Sedmica	**9040**	**1.02**
IV sedmica	10121	1.14
$PMDS_i$	**8863**	
PGDS	**9135**	

Tabela 3: Rezultati analize mesečnih faktora u toku godine

Mesec	Ukupan mesečni protok (voz)	Broj dana u mesecu	PMDSi za mesec (voz/dan)	Mesečni faktor
Januar	218017	31	**7033**	0.77
Februar	179159	28	**6399**	0.70
Mart	215116	31	**6939**	0.76
April	265898	30	**8863**	**0.97**
Maj	299805	31	**9671**	1.06
Jun	287310	30	**9577**	1.05
Jul	392817	31	**12672**	1.39
Avgust	441585	31	**14245**	1.56
Septembar	296664	30	**9889**	1.08
Oktobar	274367	31	**8851**	0.97
Novembar	242262	30	**8075**	0.88
Decembar	221268	31	**7138**	0.78
Ukupan	3334268			
PGDS	**9135**			

Primena ovih faktora je za povremena brojanja (*jednodnevna, višednevna, sedmična ili za više sedmica*) na susednim lokacijama AB na mreži, odnosno za lokacije po mreži sa sličnim varijacijama protoka. Postupak je univezalan tako što se bilo koji izmeren protok (uzorak protoka) množi odgovarajućim faktorima (dobijenih sa AB) sa ciljem ekspandranja na nivo PGDS-a.

Naravno da se potpuno isti princip važi i za slučaj detaljne analize strukture toka (npr. izdvaja se $PGDS_{PA}$ generišu se $PMDS_{PA}$, PDS_{PA} i odgovarajući faktori) po potpuno istom principu. Naravno da se u analizi strukture toka mora uraditi i detaljna logička provera dobijenih rezultata s obzirom na dominantan karakter tokova na deonici.

- ***Jednodnevno brojanje (24h) realizovano je u četvrtak, III sedmice Aprila i ukupno je izbrojano 8875 vozila/24h. Na osnovu faktora neravnomernosti sa ABS sa susedne deonice izvršiti proračun PGDS-a ?***

Faktor dnevne neravnomernosti protoka u periodu sedam dana je

$F_{3_i} = \frac{DS_i}{PDS_7}$; **$PDS_7 = DS_i / F_{3i}$**

DS_i = 8875 (voz/dan) **F_{3i}** = 0,97 **PDS_7 = 9149** (voz/dan)

Faktor sedmične neravnomernosti protoka u toku meseca je

$F_{si} = PDS_{7i} / PMDS_i$ **$PMDS_i = PDS_{7i} / F_{si}$**

PDS_{7i} = 9149 (voz/dan) **F_{Si}** = **1**,02 **$PMDS_{APRILA}$ = 8970** (voz/dan)

Faktor mesečne neravnomernosti protoka u periodu godine je :

$$F_{6_i} = \frac{PMDS_i}{PGDS} \; ; \qquad \mathbf{PGDS = PMDS_i / F_{6i}}$$

$PMDS_{APRILA}$ = 8970 (voz/dan) **F_{6i}** = **0,97**

PGDS = 9247 (voz/dan)

PGDS = DS_i / F_{3i} x F_{si} x F_{6i} **= 8875 / (**0,97 x 1,02 x 0,97) = **9247** (voz/dan)

- ***Sedmodnevno brojanje (7x24h) realizovano je u III sedmici Aprila i posle primarne obrade podataka došlo se do prosečnog dnevnog saobraćaja za navedenu sedmicu od PDS_7 =9100(voz/dan). Na osnovu faktora neravnomernosti sa ABS sa susedne deonice izvršiti proračun PGDS-a ?***

PGDS = PDS_7 / (F_{si} x F_{6i})**= 9100 / (**1,02 x 0,97) = **9197** (voz/dan)

PRIMER 3 - Proračun PGDS–a na osnovu dnevnih i mesečnih varijacija protoka

Ako je brojanje vršeno automatskim brojačima saobraćaja tada je potrebno sortirati podatke tako da se dobije :
- dnevni protok za svaki od dana u mesecu **DS_i**,
- prosečan mesečni dnevni saobraćaj **$PMDS_i$**

Iz ove analize automatski se dobijaju i faktori – zakonitosti vremenske neravnomernosti i to :
- dnevnih neravnomernosti u toku meseca (tabela 4),
- mesečnih neravnomernosti u toku godine (tabela 5).

Tabela 4: Rezultati analize dnevnih neravnomernosti - faktora u toku meseca

Dani u mesecu	Datum	Prosečan dnevni protok DSi (voz/dan)	Dnevni faktor	Dani u mesecu	Datum	Prosečan dnevni protok DSi (voz/dan)	Dnevni faktor
Pon				Pon	05.04.2012.	9215	1,04
Uto				Uto	06.04.2012.	8526	0,96
Sre				Sre	07.04.2012.	8328	0,94
Čet	01.04.2012	9123	1,03	Čet	08.04.2012.	8681	0,98
Pet	02.04.2012.	9451	1,07	Pet	09.04.2012.	9088	1,03
Sub	03.04.2012.	9503	1,07	Sub	10.04.2012.	9249	1,04
Ned	04.04.2012.	9756	1,10	Ned	11.04.2012	9518	1,07
Dani u mesecu	Datum	Prosečan dnevni protok DSi (voz/dan)	Dnevni faktor	Dani u mesecu	Datum	Prosečan dnevni protok DSi (voz/dan)	Dnevni faktor
Pon	12.04.2012.	9267	1,05	Pon	19.04.2012.	8899	1,00
Uto	13.04.2012.	8691	0,98	Uto	20.04.2012.	8633	0,97
Sre	14.04.2012.	8233	0,93	Sre	21.04.2012.	8454	0,95
Čet	15.04.2012.	8759	0,99	Čet	22.04.2012.	8599	0,97
Pet	16.04.2012.	9162	1,03	Pet	23.04.2012.	8999	1,02
Sub	17.04.2012.	9548	1,08	Sub	24.04.2012.	9250	1,04
Ned	18.04.2012.	9620	1,09	Ned	25.04.2012.	9560	1,08
Dani u mesecu	Datum	Prosečan dnevni protok DSi (voz/dan)	Dnevni faktor				
Pon	26.04.2012.	8536	0,96				
Uto	27.04.2012.	8254	0,93				
Sre	28.04.2012.	6350	0,72				
Čet	29.04.2012.	8219	0,93				
Pet	30.04.2012.	8427	0,95				
Sub							
Ned							
Ukupno	265898						
$PMDS_{IV}$	**8863**						
PGDS	**9135**						

Tabela 5: Rezultati analize mesečnih faktora u toku godine

Mesec	Ukupan mesečni protok (voz)	Broj dana u mesecu	PMDSi za mesec (voz/dan)	Mesečni faktor
Januar	218017	31	**7033**	0.77
Februar	179159	28	**6399**	0.70
Mart	215116	31	**6939**	0.76
April	265898	30	**8863**	**0.97**
Maj	299805	31	**9671**	1.06
Jun	287310	30	**9577**	1.05
Jul	392817	31	**12672**	1.39
Avgust	441585	31	**14245**	1.56
Septembar	296664	30	**9889**	1.08
Oktobar	274367	31	**8851**	0.97
Novembar	242262	30	**8075**	0.88
Decembar	221268	31	**7138**	0.78
Ukupan	3334268			
PGDS	**9135**			

- ***Jednodnevno brojanje (24h) realizovano je u četvrtak, III sedmice Aprila i ukupno je izbrojano 8875 vozila/24h. Na osnovu faktora dnevnih neravnomernostiu toku meseca aprila i mesečnih neravnomernosti u toku godine (sa ABS sa susedne deonice) izvršiti proračun PGDS-a ?***

Faktor dnevne neravnomernosti protoka vozila u periodu jednog meseca je

$$F_{4_i} = \frac{DS_i}{PMDS};$$ *i = 1,2,3,................30.*

$PMDS_{IV}$ = DS_i / F_{4i} **DS_i** = 8875 (voz/dan) **F_{4i}** = 0,99

$PMDS_{IV}$ = 8965 (voz/dan)

Faktor mesečne neravnomernosti protoka u periodu godine je :

$$F_{6_i} = \frac{PMDS_i}{PGDS};$$ **PGDS = $PMDS_i$ / F_{6i}**

$PMDS_{APRILA}$ = 8965 (voz/dan) **F_{6i} = 0,97**

PGDS = 9242 (voz/dan)

PGDS = DS_i / F_{4i} x F_{6i} **= 8875 / (**0,99 x 0,97) = **9242** (voz/dan)

Napomena : *U postupku proračuna PGDS na osnovu jednodnevnog brojanja i korišćenjem faktora dnevnih, sedmičnih i mesečnih neravnomernosti protoka dobijen je PGDS od 9247 (voz/dan). Za ista jednodnevna brojanja za postupak koji se oslanja na dnevne neravnomernosti protoka u toku meseca i mesčne u toku godine dobijen je PGDS od 9242 (voz/dan). Razlika od 5 vozila, odnosno greška manja od 0,01«% je zanemarljiva,tako da su su oba postupka analitički validna.*

- ***Jednodnevno brojanje (24h) realizovano je u utorak, III sedmice Aprila i ukupno je izbrojano 8810 vozila/24h. Na osnovu faktora dnevnih neravnomernostiu toku meseca aprila i mesečnih neravnomernosti u toku godine (sa ABS sa susedne deonice) izvršiti proračun PGDS-a ?***

Faktor dnevne neravnomernosti protoka vozila u periodu jednog meseca je

$$F_{4_i} = \frac{DS_i}{PMDS}; \qquad i = 1,2,3,\ldots\ldots\ldots\ldots30.$$

$PMDS_{IV}$ = DS_i / F_{4i} **DS_i** = 8810 (voz/dan) **F_{4i}** = 0,98

$PMDS_{IV}$ = 8989 (voz/dan)

Faktor mesečne neravnomernosti protoka u periodu godine je :

$$F_{6_i} = \frac{PMDS_i}{PGDS}; \qquad \mathbf{PGDS = PMDS_i / F_{6i}}$$

$PMDS_{APRILA}$ = 8989 (voz/dan) **F_{6i}** = **0,97**

PGDS = 9267 (voz/dan)

PGDS = DS_i / F_{4i} x F_{6i} **= 8810 / (**0,98 x 0,97) = **9267** (voz/dan)

Napomena : *U postupku proračuna PGDS na osnovu jednodnevnog brojanja u četvrtak i korišćenjem faktora dnevnih i mesečnih neravnomernosti protoka dobijen je PGDS od 9247 (voz/dan). Za jednodnevna brojanja vršena u utorak za isti postupak koji se oslanja na dnevne neravnomernosti protoka u toku meseca i mesčne u toku godine dobijen je PGDS od 9267 (voz/dan). Razlika od 20 vozila odnosno greška od 0,03% je zanemarljiva,tako da su su oba postupka analitički validnai u suštini zavise od validnosti jednodnevnih brojanja.*

Ono što je veoma koristan rezultat iz analiza faktora neravnomernosti (dnevnih u toku meseca i mesečnih u toku godine) je da se oni koriste za operativni plan izvršenja jednodnevnih brojanja. Opšti univerzalni princip je da se biraju dani za istraživanja u kojima je faktor neravnomernosti blizak 1 (0.99, 0.98, 0.97, 1.00, 1.01, 1.02, 1,03), odnosno dani u kojima je DS blizak PGDS-u. Time se značajno redukuje mogućnost mulitipliciranja, odnosno povećanja greške, odnosno kroz proces ekspandiranja greška se minimizira.

U tabeli 4 ilustrativno su označeni dani koji bi shodno napred navedenom bili podobni za jednodnevna istraživanja protoka na osnovu analize neravnomernosti za konkretan AB (npr.). Po istom principu analizirajući mesečne neravnomernosti protoka svakako da su april i oktobar najpodobniji meseci za istraživanja. (ovo je ilustrativni primer – svaki ABS treba detaljno analizirati).

METODOLOŠKE OSNOVE BROJANJA SAOBRAĆAJA (SISTEM)

Generalni koncepcijski pristup jeste unapređenje postojeće metodologije opažanja obima i karakteristika putnog saobraćaja te se u okviru ovog poglavlja daju osnove predložene metodologije s jedne strane zasnovane na kritičkoj analizi važeće metodologije a s druge na primeni savremenije tehnologije u skladu sa mogućnostima i potrebama JP «Putevi Srbije».

Generalno **savremeni informacioni** SISTEM O SAOBRAĆAJU čine sledeći podsisitemi – **moduli** :

- **PROTOK** (PGDS, qm, klase protoka, zakonitosti vremenskih neravnomernosti)
- **STRUKTURA TOKA** – klasifikacija vozila po kategorijama (detaljna analiza tokova TV, zakonitosti)
- **OSOVINSKO OPTEREĆENJE** - merenje težina vozila
- **NADZOR I UPRAVLJANJE – ITS**
- **SAOBRAČAJNA SIGNALIZACIJA I OPREMA**

Savremena, ali i tradicionalna literatura poznaje dva osnovna programa istraživanja saobraćaja i to :

- stalna kontinualna brojanja - snimanja (svih 8760 sati) i
- povremena - kratkotrajna brojanja .

Kontinualna brojanja imaju za cilj da se utvrde časovne, dnevne, nedeljne, mesečne i sezonske zakonitosti u saobraćajnom toku i da se na deonicama sa **dovoljnim** saobraćajnim zahtevima dodje do šire lepeze pouzdanih kvantitativnih pokazatelja. Ovaj tip brojanja omogućava i ustanovljavanje mehanizama – analitičkog instrumenrtarija za konverziju kratoktrajnih brojanja u precizne procene prosečnih - godišnjih karakteristika saobraćaja.

Povremena kratkotrajna brojanja (bilo da se realizuju ručno, pokretnim brojačima ili video nadzorom) imaju višestruku ulogu u sistemu brojanja :

- obezbeđuju geografsku pokrivenost svih deonica na mreži (osnovni pokazatelj o PGDS-u sa strukturom),
- imaju kontrolnu ulogu u sistemu kontinualnih brojanja.

Savremene metodologije preporučuju da se prikupljanje podataka o saobraćaju kratkotrajnim brojanjima obavlja po programu koji obuhvata celokupnu putnu mrežu u okviru trogodišnjeg do šestogodišnjeg ciklusa. Planom pokrivenosti ovih brojanja potrebno je obuhvatiti uzorak i odrediti deonice (preseke) za brojanje koji bi bili obuhvaćeni **posebnim trogodišnjim ciklusom**, a sa ciljem da se relativno brzo kompletiraju nedostajući podaci kao posledica dugogodišnjeg zapostavljanja ovog sistema brojanja. Osim prostorne pokrivenosti deonica povremena brojanja imaju značajnu kontrolnu ulogu u kalibrisanju rada ABS, kao i kontrolnu ulogu u modulu klasifikacije - kategorizacije vozila.

Metode prikupljanja podataka suštinski se razlikuju po dva kriterijuma: vrsta podataka koja se registruje i vremensko trajanje perioda prikupljanja. U zavisnosti od prethodnih kriterijuma određuje se vrsta detaktora i broj potrebnih uređaja na putnoj mreži.

Opšta principi metodologije (**šta**, **gde,** **na koji način** i **kada** se podaci prikupljaju) definišu niz faktora od kojih su dominantni :

- saobraćajna deonica je nosilac informacije.
- značaj deonice u kategorisanoj mreži
- veličina saobraćajnog zahteva koji se analizira
- prostorna pokrivenost svih saobraćajnih deonica po putnim pravcima – cela mreža.

Savremena iskustva **integrišu** dve tradicionalne posebne metodologije za prikupljanje podataka o protoku i za prikupljanje podataka o klasifikaciji vozila. Za argumentovano sagledavanje kretanja teretnih vozila na putnoj mreži nephodno je imati i pouzdane podatke o osovinskom opterećenju.

Upravljač puteva bi trebao da prikuplja i ovu vrstu podataka umesto prostog prikupljanja podataka o protoku i klasifikaciji vozila. Generalne preporuke kažu da je inicijalno neophodno da se pokrije **25-30%** deonica vangradske državne putne mreže u kombinaciji kratkotrajnih programa i sa opremom koja omogućava merenje osvinskog opterećenja po kategorijama kontinualno. Mogućnost da se ispuni ili prevaziđe ovaj cilj zavisi od funkcionalnosti raspoložive opreme kao i prirode same putne mreže.

Po ovoj metodologiji, preporučeni program prikupljanja podataka se sastoji od dve osnovne komponente, programa kontinualnih brojanja i programa kratkotrajnih brojanja. Osim osnovnih podataka o PGDS progresivan razvoj informacionih tehnologija i razvoj softvera uslovio je potrebu da se u izveštajima (publikacijama) o brojanju generiše i niz dodatnih karakteristika toka (klase protoka, merodavna opterećenja i sl.)

Iz prethodnih izlaganja sledi da se načini brojanja u suštini međusobno isključuju (npr. automatskim brojanjem sa klasifikacijom vozila dobija se i podatak o protoku i klasifikaciji, ali se merenjem osovinskog opterećenja dobijaju podaci i o protoku i klasifikaciji). Samim tim **neracionalno** bi bilo dupliranje pojedinih vrsta istraživanja – modula generisanja podataka (slika 13)

Vrsta podatka	**Merenje težina u pokretu**	**Klasifikacija vozila i protok**	**Registrovanje samo protoka**
Osovinsko opterećenje i/ili težina vozila	●		
Protok po vrstama vozila	●	●	
Protok	●	●	●

Slika 13.Generalno upoređenje i primena

Idealno bi bilo da se na svim deonicama putne mreže primenjuje najviši nivo (tj. merenje težine vozila u kretanju) što je objektivno ograničeno visokim troškovima nabavke i održavanja opreme, s jedne i troškovima obrade podataka s druge strane.

Stoga se u praktično svim zemljama sveta **teži kombinovanoj, usaglašenoj i racionalnoj primeni stalnih i povremenih brojanja za geografsko pokrivanje putne mreže, odnosno primeni brojača sa klasifikacijom vozila (ABS) kao osnovnim izvorom podataka, a automatsko merenje težine vozila samo na ograničenom broju putnih preseka**. Automatski brojači saobraćaja koji registruju samo broj vozila kontinualno se zamenjuju savremenim brojačima sa klasifikacijom vozila. **Povremena – kratkotrajna brojanja bilo da su manuelna ili sa pokretnim brojačima dopunjuju prostornu pokrivenost deonica sa niskim intenzitetom saobraćaja.**

Ostale metode i izvori podataka

Primena automatskih brojača bilo kao stalnih ili povremenih ne isključuje potrebu ručnog brojanja saobraćaja budući da se javljaju specifične situacije gde se automatskim brojačima ne mogu (ili pak nije organizaciono, ekonomski opravdano) prikupiti potrebni podaci. Tipični primerI su:

- saobraćajne deonice sa niskim PGDS-om (< 2000 voz/dan) gde troškovi postavljanja i nadzora mogu biti značajno veći od troškova ručnog brojanja
- zone uticaja ulivno izlivnih rampi na AP
- raskrsnice gde je neophodno dobiti podatke o protoku i strukturi tokova saobraćajnih struja (pravo, levo, desno)
- pojedine gradske deonice gde je bitan I podatak o vozilima javnog prevoza.

Na deonicama sa naplatom putarine podaci o naplati po prirodi stvari već predstavljaju relativno pouzdan podatak o broju i vrsti vozila te se uključuju u sistem kao preseci brojanja. Ova vrsta pozadataka zahteva dodatnu konverziju kategorija – klasifikaciju.

Sa razvojem ITS sistema kontrole i upravljanja saobraćaja u gradskim područjima, ali i na mreži autoputeva treba računati na dodatni izvor podataka o broju i vrsti vozila na deonicama vangradskih puteva u gradskom području i kontaktnim saobraćajnicama, kao i na deonicama autoputeva.

Podaci sa putnih graničnih prelaza o ulasku/izlasku iz zemlje predstavljaju veoma preciznu i validnu bazu (po vremenskim jedinicama analognim analizama protoka i veoma detaljnim klasifikacijama) i svakako treba učiniti dodatne napore u saradnji državnih institucija da se i ovi podaci iskoriste – integrišu u sistem brojanja makar kao kontrolni za tzv »nulte – početne saobraćajne deonice»

POTREBE KORISNIKA

U ovom opisu sistema još jedan je aspekt mnogo važan, a koji je u našoj zemlji dugo godina bespotrebno zanemarivan, a to su potrebe korisnika.

Potrebe korisnika bi trebale da utiču na proces prikupljanja i obrade podataka. **Da bi proces prikupljanja podataka bio značajan donosiocima odluka (što je neophodno za adekvatno finansiranje), ključna je sposobnost sistema za brojanje saobraćaja da korisnike blagovremeno snadbe ažurnim podacima koji su im potrebni.** Ovo može biti veliki problem pošto u velikom broju slučajeva korisnici i sakupljači podataka ne komuniciraju dobro jedni sa drugima.

Osobe koje koriste i osobe koje sakupljaju, obradjuju i prezentiraju podatke su frustrirani nedostatkom komunikacije. Analitičari podataka često malo znaju o tome kako će podaci biti korišćeni, ali se od njih često traži da obezbede pojedine vrste podataka, kao i finalnu verziju za publikovanje. Mnoge od ovih javno publikovanih statistika iziskuju profesionalne procene, a te procene je teško izvršiti kada efekat razlčitih pretpostavki ili analitičkih rezultata nije u potpunosti poznat. Korisnici podataka često dobijaju podatke bez ikakvog objašnjenja. Preciznost procena je retko poznata. U mnogim slučajevima korisnici se pomire sa količinom informacija o podacima ili obračunima koja im je dostupna. Uglavnom, bolji podaci i informacije će se javiti ukoliko se poboljša komunikacija između grupa koje pružaju podatke i korisničkih grupa.

Prvi korak je svakako da se otpočne sa procesom komunikacije pomaganjem analitičarima – obradjivačima podataka da razumeju kako će podaci biti korišćeni i, stoga, koji su statistički obračuni i metode potrebni. Osoblje zaduženo za sistem prikupljanja i obrade podataka se ohrabruje da aktivno istražuje potrebe korisnika i da kreativno radi da bi zadovoljilo te potrebe.